

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/002018

International filing date: 25 February 2005 (25.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 009 363.6  
Filing date: 26 February 2004 (26.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 22 April 2005 (22.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



EP05/2018

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 009 363.6

**Anmeldetag:** 26. Februar 2004

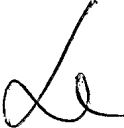
**Anmelder/Inhaber:** Schwing GmbH, 44653 Herne/DE

**Bezeichnung:** Kolben-Dickstoffpumpe

**IPC:** F 04 B 15/02

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 30. März 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

  
Stark

Schwing GmbH  
Heerstraße 11  
44647-Herne  
Deutschland

## Patentanwälte / Patent Attorneys

Dipl.-Ing. Wolfgang Grosse / M  
Dipl.-Ing. Josef Bockhorn / M  
Dipl.-Phys. Dr. Peter Paigen / E\*  
Dipl.-Phys. Dr. Horst Schumacher / E  
Dr.-Ing. Christian Lang / M  
Dipl.-Ing. W. Herrmann-Trentepohl / E\*  
Dipl.-Ing. Johannes Dietert / L

\* Consultant  
\*\* auch vertretungsberechtigt bei allen OLG

## Rechtsanwälte / Lawyers

Dipl.-Ing. Martin Misselhorn / M\*\*  
Dipl.-Ing. Thilo Raible / M  
Dipl.-Ing. Silke Rothe / L  
Ute Grosser / M

München, 26. Februar 2004

P 38355 DE (BJ/FI)

C:\Kanzlei\Anmeldungstexte\P38355DE\_Neu.doc

## Kolben-Dickstoffpumpe

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dickstoffpumpe mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1. Im weiteren Sinne bezieht sie sich auch auf die Steuerung solcher Dickstoffpumpen.

Kolben-Dickstoffpumpen werden insbesondere zum Fördern von Beton auf Baustellen seit langer Zeit eingesetzt. In der Regel sind sie als hydraulisch betriebene Kolbenpumpen, zumeist zweizylindrig, ausgeführt, welche den Beton durch Schläuche oder Rohre fördern. Im Folgenden wird vereinfacht stets von Betonförderung die Rede sein. Die Erfindung beschränkt sich jedoch nicht auf die Anwendung bei Betonförderpumpen, sondern kann für sämtliche ähnliche Dickstoffpumpen verwendet werden.

Solche Pumpen haben mit zwei im Wechsel gefüllten Zylindern und zugehörigen Kolben eine einzige Förderleitung zu speisen. Jeweils der gefüllte Zylinder wird mit der Förderleitung über eine schaltbare Rohrweiche verbunden. Daraufhin schiebt der Kolben den Beton aus (Pumphub), während der parallele Kolben zurückbewegt wird, um den Zylinder neu mit Beton zu füllen (Saughub). Am Ende jedes Hubs wird die Bewegungsrichtung der Zylinderkolben jeweils umgesteuert und die Rohrweiche umgestellt, so dass Pump- und Saughübe

ständig abwechseln. Die beiden Pumpenkolben werden vorzugsweise hydraulisch und miteinander gekoppelt angetrieben, so dass sie grundsätzlich gegenläufig arbeiten.

Gebräuchliche Rohrweichen (DE 29 33 128 C2) werden so angeordnet, dass sie zwischen zwei Schalt-Endstellungen hin und her stellbar sind, in welchen sie alternierend die Verbindung zwischen den Zylinder-Öffnungen und der Förderleitung einerseits und andererseits dem Vorfüllbehälter herstellen. Daraus ergibt sich an sich eine diskontinuierliche Förderung.

US 3,663,129 beschreibt eine Betonpumpe mit kontinuierlicher Förderung, bei der das Umschaltventil bzw. dessen Rohrweiche aus einem sogenannten Rockschieber besteht. Seine Taillenöffnung ist als Auslass stromab ständig, jedoch schwenkbar mit der Mündung der Förderleitung verbunden. Seine nierenförmige Saumöffnung (Einlass, stromauf) ist hinreichend lang, um die Öffnungen beider Förderzylinder gleichzeitig zu überdecken. Während des Betriebs führt die Rohrweiche eine kontinuierlich oszillierende Schwenkbewegung aus, deren Achse koaxial zur Mündung der Förderleitung liegt. Der Schwenkwinkel der Rohrweiche beträgt etwa  $50^\circ$  zu beiden Seiten einer Mittellage.

Die Kolben der Förderzylinder werden im Zusammenspiel mit der momentanen Stellung der Rohrweiche so gesteuert, dass im Moment der Überdeckung beider Zylinderöffnungen durch die Saumöffnung der eine Zylinder gerade am Ende und der jeweils andere am Beginn eines Pumphubs steht. Dabei geht die Förderung gleitend von dem einen auf den anderen Zylinder über. In der bekannten Steuerung wird für den Saughub und den Pumphub eines jeden Kolbens die gleiche Zeitspanne angesetzt. Es gibt folglich keine gleichzeitige Förderung beider Zylinder.

Infolge der nur einseitigen Lagerung dieser bekannten Rohrweiche auf der Seite der Förderleitung und der im Wesentlichen nur die Saumöffnung umschreibenden Stütz- und Dichtungsflächen können die erheblichen einwirkenden Kippmomente von der bekannten Konstruktion nicht vollständig aufgenommen werden. Es ist nicht auszuschließen, dass dann infolge von Spaltbildung erhebliche Leckverluste in dem Dichtbereich zwischen der Saum-

öffnung der Rohrweiche und den Förderzylindern auftreten, die wiederum die Realisierung einer tatsächlich kontinuierlichen Förderung in Frage stellen.

Das britische Patent 1,063,020 beschreibt als gattungsbildender Stand der Technik eine mehrzylindrige Dickstoff- und Betonpumpe, deren Umschaltventil in einer Ausführung zwei jeweils von einem eigenen Hubzylinder steuerbare Drehschieber (ebenfalls in rock-schieberartiger Form) umfasst. Deren Austrittsöffnungen sind mit einem gemeinsamen Hosensrohr verbunden, welches seinerseits stromab an die Förderleitung angeschlossen ist. Jeder Drehschieber kann entweder mit einem einzelnen oder zwei Pumpzylindern zusammen wirken. Zwar wird eine synchronisierte Steuerung der Drehschieber angesprochen, jedoch ist mit dieser bekannten Pumpe nebst Steuerung kontinuierliches Fördern der Förderzylinder in die gemeinsame Förderleitung weder beabsichtigt noch möglich.

Es ist ferner auch bekannt, Dickstoffpumpen der hier in Rede stehenden Art mit einer Einlegestation auszustatten, mit deren Hilfe ein Reinigungskörper zum Entfernen von in der Förderleitung verbliebenem, nicht verbrauchtem Dickstoff einbringbar ist. Diese Einlegestation umfasst beispielsweise einen motorisch/hydraulisch bewegbaren Kammerschieber mit mindestens zwei Kammern gleichen Querschnitts. Im Ruhezustand der Einlegestation bildet die eine Kammer einen Abschnitt der Förderleitung, während die andere Kammer frei zugänglich ist. In letztere kann der besagte Reinigungskörper von außen manuell eingelegt werden. Für einen Reinigungsvorgang wird die Einlegestation bei stillgesetzter Dickstoffpumpe in eine Arbeitsstellung umgeschaltet, in der nun die den Reinigungskörper enthaltende Kammer die andere Kammer innerhalb der Förderleitung ersetzt. Sodann kann der Reinigungskörper mittels Druckluft durch die Förderleitung gepresst werden, wobei er den verbleibenden Dickstoff vor sich her schiebt. Diese bekannten Einlegestationen müssen allerdings zusätzlich zu dem weiter oben erörterten Umschaltventil vorgesehen werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine verbesserte Dickstoffpumpe und ein Verfahren zum Steuern einer Dickstoffpumpe mit kontinuierlichem Förderstrom anzugeben.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich der Dickstoffpumpe erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst, hinsichtlich des Steuerverfahrens mit den Merkmalen des nebengeordneten Anspruchs 23.

Die Merkmale der den unabhängigen Ansprüchen jeweils nachgeordneten Unteransprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung an.

Während bei den Pumpen gemäß den vorstehend dargelegten US- und GB-Patenten die rockförmigen Drehschieber im Wesentlichen exponiert in dem Dickstoff-Sammelbehälter angeordnet sind und mit einer gewissen Exzentrizität um ihre Drehachse durch die im Vorfüllbehälter befindliche Dickstoffmasse getrieben werden müssen, kann mit der Ausführung des Umschaltventils mit zwei im Wesentlichen glattwandig-zylindrischen (vorzugsweise trommelförmigen) Drehschiebern eine dem Widerstand des Dickstoffs, insbesondere des Betons für den bevorzugten Einsatzzweck, wesentlich weniger ausgesetzte Anordnung geschaffen werden. Dies gilt einerseits für die abrasive Beanspruchung, aber auch für die Beanspruchung durch den dynamischen Druck in der Förderleitung bzw. den Förderzylindern.

Im Bereich der Drehschieber wird der Dickstoff anders als in den bekannten Rockschiebern nicht unter Druck umgelenkt, sondern im Wesentlichen nur geradlinig durch Rohrabschnitte geführt. Erst im Sammelrohr (auch Hosenrohr) werden die Betonströme aus den Förderzylindern zusammengeführt. Dies trägt wesentlich zur Druckentlastung der eigentlichen Schieber bei und wirkt sich mindernd nicht nur auf die Lagerkräfte, sondern auch auf die Reibungskräfte beim jeweiligen Umschalten der Drehschieber aus. Folglich ist mit dieser konstruktiven Lösung auch eine merkliche Verringerung des mechanischen Verschleißes der beweglichen und festen Bauteile des Umschaltventils erreichbar.

Es sei angemerkt, dass hier als bevorzugter Anwendungsfall zwar eine Zweizylinder-Dickstoffpumpe abgehandelt wird, dass sich aber die erfindungsgemäße Gestaltung ohne weiteres auch auf Pumpen mit drei oder mehr Zylindern übertragen ließe, wobei in der Regel jedem Förderzylinder ein Drehschieber zuzuordnen wäre.

Zur Ausstattung des Umschaltventils (Führungsstruktur und Drehschieber) mit Gleitführungen, mit reibungs- und abrasionsfesten Materialien und ggf. mit Verschleißteilen wird man sich an sich bekannter Mittel bedienen können, so dass hier nicht näher darauf einzugehen ist. Gleiches gilt für die Dichtungen zwischen den Drehschiebern und den Öffnungen der Förderzylinder und des Sammelrohrs.

Erfindungsgemäß ist es vorteilhaft, wenn die Drehschieber drei unterschiedliche Stellungen einnehmen können, nämlich eine Leitungsstellung, eine Blockstellung und eine Einlassstellung. Diesen drei Stellungen entspricht ein Aufbau oder eine Unterteilung der Drehschieber in drei unterschiedliche Abschnitte, nämlich einen Leitungsabschnitt, einen Blockabschnitt und einen Einlassabschnitt. Die Namen der Abschnitte bzw. Stellungen sprechen für sich und werden im Zusammenhang mit der Beschreibung der beigelegten Figuren erörtert.

Abweichend von der vorgenannten Dreiteilung kommen auch andere Varianten infrage. So kann z. B. zwischen der Leitungsstellung und der Einlassstellung beidseitig eine Blockstellung vorgesehen werden, woraus sich durch entsprechende Abschnitte eine Vierteilung der Drehschieber über ihren Umfang ergibt.

In noch einer Variante kann die vorgenannte Dreiteilung verdoppelt werden, indem man pro Drehschieber zwei Einlassstellungen und zwei Leitungsstellungen sowie zwei Blockstellungen bzw. die dem entsprechenden Abschnitte vorsieht. In dieser letztgenannten Variante ergibt sich z. B. folgende Abfolge : Einlassabschnitt - Blockabschnitt - Leitungsabschnitt - Einlassabschnitt - Blockabschnitt - Leitungsabschnitt.

In allen Varianten werden die Abschnitte vorzugsweise gleichmäßig über den Umfang der Drehschieber verteilt angeordnet, wobei sich bei der Dreifach-Teilung Winkel von  $120^\circ$ , bei der Vierfach-Teilung solche von  $90^\circ$  und bei der Sechsfach-Teilung solche von  $60^\circ$  ergeben. Insbesondere für die beiden letztgenannten Varianten kommt ein kontinuierlicher Umlaufbetrieb der Drehschieber in Betracht.

Es ist vorteilhaft möglich, die genannten Abschnitte als Einzelmodule auszuführen / vorzufertigen und diese in der benötigten Anordnung zusammenzusetzen. Es entsteht insgesamt

ein Steuerkasten oder Steuergestell mit den benötigten Ventilwegen bzw. -funktionen. Ggf. begünstigt diese Bauart den einfachen Austausch einzelner, vorzeitig verschlissener oder beschädigter Module oder Abschnitte, vor allem wenn man lösbare Verbindungen zwischen diesen vorsieht.

Es versteht sich, dass man zweckmäßig die beiden Drehschieber unter sich baugleich oder wenigstens spiegelbildlich ausführt; Abweichungen können sich allerdings bauräumbedingt bei den Anlenkungen der jeweiligen Antriebe ergeben.

Ein sehr wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist die relativ einfach umzusetzende Option, wenigstens einen, wenn nicht beide Drehschieber des Umschaltventils auch als Einlegestation(en) für Reinigungskörper zu nutzen. Die kurzen Leitungsabschnitte der Drehschieber und die Förderleitung müssen während der Betriebspausen der Pumpe gereinigt, d. h. darin verbliebene Dickstoff- bzw. Betonreste müssen entfernt werden.

Die Erfindung sieht hierzu in einer vorteilhaften Weiterbildung einen Zugang zu den Drehschiebern vor. Dieser kann z. B. mittels Klappen ausgeführt werden, die normalerweise geschlossen sind, jedoch nach dem Öffnen den besagten Zugang eröffnen.

Dazu kann eine gesonderte Reinigungs- oder Einlegestellung des oder der Drehschieber vorgesehen werden. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung wird jedoch die Einlassstellung des Drehschiebers zugleich als Einlegestellung für Reinigungskörper genutzt. Dies ist möglich, weil in dieser Einlassstellung der Leitungsquerschnitt der Drehschieber ohne Funktion und auch drucklos ist.

Mit dem eingangs erörterten Stand der Technik ist eine solche Kombination weder vorgesehen noch ohne weiteres möglich.

Die Drehschieber können oszillierend oder rotierend (umlaufend) betrieben werden. Als Antriebe der Drehschieber kommen bevorzugt hydraulische Stellzylinder zum Einsatz, die die Drehschieber mithilfe von Pleueln und/oder Kurbeln um ihre Drehachsen schwenken oder drehen. Eine mögliche Ausführung wird im gattungsbildenden Stand der Technik GB-



PS 1 063 020 erörtert. Es können jedoch auch andere geeignete Dreh-Stellantriebe, z. B. Elektromotoren, Zahnstangenantriebe etc. zum Einsatz kommen. Unter der Voraussetzung, dass die Strömungswege der Drehschieber nicht beeinträchtigt werden, kann auch an einen Umschlingungs- oder Bandantrieb gedacht werden. Hierzu werden die Drehschieber auf einem (ggf. abgestuften) Teil ihres Umfangs von einem Band (Flach-, Keil-, Zahn-, Multi-V-Riemen) umfasst, welches andererseits über eine Antriebswelle geführt ist. Für solche Umschlingungsantriebe kann natürlich auch jeder Drehschieber mit einer eigens auf seiner Achswelle angeordneten Riemenscheibe ausgestattet werden.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Gegenstands der Erfindung gehen aus der Zeichnung eines Ausführungsbeispiels und deren sich im Folgenden anschließender eingehender Beschreibung hervor.

Es zeigen in stark vereinfachter und rein schematischer Darstellung

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht des Ensembles der Dickstoffpumpe nebst Nebenbauteilen;
- Fig. 2 eine Frontalansicht im Teilschnitt eines Doppel-Drehschieber-Umschaltventils gemäß der Erfindung;
- Fig. 3 eine Ansicht eines Schnittes durch die Mittelachse der Förderzylinder der Dickstoffpumpe gemäß Fig. 2 (Linie B-B) zur Verdeutlichung der Anordnung der Förderzylinder, des Umschaltventils und des Sammelrohres;
- Fig. 4 eine Schnitt-Seitenansicht des Umschaltventils in einer zum Einlegen eines Reinigungskörpers geeigneten Stellung;
- Fig. 5 ein Weg-Zeit-Diagramm der phasenverschoben gesteuerten Hübe beider Kolben der Dickstoffpumpe über den jeweils zugeordneten Stellungen der beiden Drehschieber,
- Fig. 6 eine erste Ausführungsvariante der Drehschieber des Umschaltventils,
- Fig. 7 eine zweite Ausführungsvariante der Drehschieber.

**Fig. 1** zeigt perspektivisch in Umrissen eine Dickstoffpumpe 1 mit zwei parallel nebeneinander liegenden Förderzylindern 3 und 5, einem oben offenen trichterförmigen Vorfüllbe-

hälter 7 und einem insgesamt mit 9 bezeichneten Umschaltventil. Letzteres ist in einem Gehäuse bzw. einer Führungsstruktur 11 am Boden des Vorfüllbehälters 7 angeordnet. Nahe dem Boden der wannenartigen Führungsstruktur 11 kann auf der den Förderzylindern 3 und 5 zugewandten Seite eine hier nur angedeutete, im Normalzustand stets geschlossene Wartungsklappe 13 vorgesehen sein, deren Funktion noch erörtert wird.

Die zu den Förderzylindern 3 und 5 gehörenden Kolben sind nicht dargestellt. Beide Kolben sind unabhängig voneinander (vorzugsweise hydraulisch) angetrieben und können im Rahmen ihrer Hübe und ihrer Steuerung grundsätzlich beliebige Relativstellungen und -geschwindigkeiten einnehmen. Es ist jedoch auch möglich, sie hydraulisch gekoppelt zu betreiben. Beide Zylinder und Kolben haben denselben Durchmesser, z. B. 250 mm.

Die Führungsstruktur birgt zwei trommelförmige Drehschieber 15 und 17, welche die Ventilkörper des Umschaltventils 9 bilden. Der Drehschieber 15 ist dem Förderzylinder 3 zugeordnet, der Drehschieber 17 gehört zum Förderzylinder 5. Nur über das Umschaltventil 9 bzw. die Ventilwege der Drehschieber gelangt Dickstoff in die Förderzylinder 3 und 5, und nur über dieses Umschaltventil stoßen diese Förderzylinder den Dickstoff in die hier nicht gezeigte Förderleitung aus, wie später noch eingehend beschrieben wird. Schließlich ist stromab des Umschaltventils 9 ein Sammel- oder Hosenrohr 19 mit einem Flansch 21 zum Anschließen der Förderleitung vorgesehen. Das Sammelrohr 19 und der Anfang der Förderleitung liegen vorteilhaft auf gleicher Höhe wie die Achse der Förderzylinder 3 und 5.

Die Führungsstruktur 11 ist an die offenen Enden beider (liegender) Förderzylinder 3 und 5 angeflanscht. In ihren Innenraum gelangt von oben aus dem Vorfüllbehälter 7 der von der Dickstoffpumpe zu fördernde Dickstoff, und zwar bevorzugt nur in den Raum des „Zwickels“ zwischen den beiden Drehschiebern 15 und 17. Dieser Zwickel bildet eine Verlängerung des Trichters des Vorfüllbehälters 7 nach unten, und der Dickstoff gelangt nur dahin, wo er schließlich auch in die Zylinder abgesaugt wird. Konstruktiv ist vorgesehen, dass beide Drehschieber jeweils einen Einlasskanal haben, der aus diesem Zwickel speisbar ist (Fig. 2, 3).

Die Öffnungen beider Förderzylinder 3 und 5 münden jeweils innerhalb der von den trommelförmigen Drehschiebern 15 bzw. 17 überdeckten Wandflächen der Führungsstruktur 11 aus, und zwar im unteren Bereich beidseits des vorgenannten Zwickels. Dadurch verbleibt beim Ansaugen des Dickstoffs in die Förderzylinder immer ein größtmöglicher Füllstand von Dickstoff oberhalb der Zylinderöffnungen.

Die Führungsstruktur 11 könnte zwar als offenes, insbesondere rahmen- oder gestellartiges Gerüst ausgeführt werden. Vorzugsweise wird sie jedoch als im Wesentlichen geschlossener Kasten mit mehreren funktionsbedingten Öffnungen gebaut. Insbesondere in seinem oberen Bereich ist er so weit offen gehalten, dass ein ungestörter Zufluss des Dickstoffs auch unmittelbar am Boden des Vorfüllbehälters zum Umschaltventil gewährleistet ist. Neben der oberen Öffnung wird auch eine offene Seite zu den Förderzylindern hin notwendig sein.

Fig. 2 dient der näheren Erörterung des konstruktiven Aufbaus des Umschaltventils 9 und seiner Drehschieber 15 und 17. Die Förderzylinder 3 und 5 liegen hier verdeckt längs in Blickrichtung hinter der Führungsstruktur 11. Der untere Teil des Vorfüllbehälters 7 ist hier noch einmal gestrichelt angedeutet. Man erkennt, dass er trichterartig in den schon erwähnten oberen, von den Mantelflächen der Drehschieber gebildeten Zwickel hinein führt. Am Grund des Zwickels erkennt man eine Trennwand 11T der Führungsstruktur 11, die zwischen den beiden Drehschiebern an der Stelle endet, wo diese am nächsten aneinander liegen. Es wäre auch denkbar (nicht dargestellt), die Trennwand 11T zwischen den Drehschiebern 15 und 17 höher zu ziehen, z. B. bis zum oberen Rand der Führungsstruktur 11, um damit die für die Förderzylinder bestimmten Dickstoff-Ströme früh aufzuteilen.

Beide Drehschieber 15 und 17 sind innerhalb der Führungsstruktur 11 um Drehachsen 15A bzw. 17A in drei unterschiedlichen vordefinierten Schaltstellungen positionierbar. Sie sind beidseitig (auf Seite der Förderzylinder und auf Seite des Sammelrohrs) gelagert, so dass auch bei hohen einwirkenden äußeren Kräften die Beweglichkeit der Drehschieber stets sichergestellt ist. Dies geschieht mithilfe eines später noch zu erörternden Antriebssystems, und zwar im oszillierenden (Schwenk-)Betrieb oder in rotatorischem (Umlauf-)Betrieb. Sie haben die Verbindung zwischen dem Vorfüllbehälter 7 und den Förderzylindern 3 und 5 einerseits und den Förderzylindern und dem Sammelrohr 19 nebst der daran angeschlosse-

nen Förderleitung andererseits zu vermitteln. Sie umfassen zu diesem Zweck drei verschiedene Funktionsabschnitte, die jeweils auf Teilkreisen 15T / 17T um die Drehachsen um  $120^\circ$  versetzt aufeinander folgen und bei beiden Drehschiebern gleich ausgeführt sind. Deshalb werden sie im Folgenden gemeinsam beschrieben.

Ein Einlassabschnitt 15E/17E ist dazu bestimmt, Dickstoff aus dem Vorfüllbehälter 7 in den jeweils zugeordneten Förderzylinder 3 zu leiten. Er ist folglich nach oben (in radialer Richtung) zum Vorfüllbehälter und seitlich (parallel zur Drehachse) zum Förderzylinder hin offen. In seiner Funktionsstellung (Einlassstellung) liegt er exakt zwischen den Öffnungen des jeweiligen Förderzylinders und des Sammelrohrs. Deshalb sind ihre von den Förderzylindern ab-, also zum Sammelrohr 19 hingewandten Flächenseiten zweckmäßigerweise durch Dichtflächen verschlossen. Folglich besteht in der Einlassstellung eines Drehschiebers keine Verbindung zum Sammelrohr bzw. bleibt dieses auch gegenüber dem Vorfüllbehälter 7 abgeschlossen. Wie später noch klarer wird, ermöglicht dies einen Förderbetrieb des jeweils anderen Förderzylinders während des Nachfüllens des einen Förderzylinders im Sinne einer kontinuierlichen Förderung.

Zum Umlenken des Dickstoffs um  $90^\circ$  aus dem radialen Eintritt aus dem Vorfüllbehälter in den axialen Austritt zum jeweiligen Förderzylinder werden die Einlassabschnitte bevorzugt mit einer Schurre, also einem sphärisch gekrümmten Rinnenabschnitt versehen; man könnte an dieser Stelle auch ein entsprechend gewinkeltes Knierohr, ggf. mit trichterförmig erweitertem radialem Einlass, vorsehen und in die Struktur des Drehschiebers integrieren. Der freie Querschnitt des Einlassabschnitts entspricht vorzugsweise etwa dem Querschnitt der Förderzylinder und bildet bevorzugt einen (Umlenk-) Winkel von  $90^\circ$ .

Um  $120^\circ$  im Uhrzeigersinn entlang dem Teilkreis 15T/17T versetzt folgt auf den Einlassabschnitt 15E ein Sperr- oder Blockabschnitt 15B/17B. Er hat lediglich die Aufgabe, die Verbindung zwischen dem jeweiligen Förderzylinder und dem Sammelrohr 19 beidseitig abzusperren, ist also ohne jede Strömung führende Funktion.

Um weitere  $120^\circ$  entlang dem Teilkreis 15T/17T versetzt folgt ein Leitungsabschnitt 15L/17L, der ganz bevorzugt einen kurzen, beidseitig offenen insbesondere geraden Rohr-

abschnitt mit demselben lichten Querschnitt (250 mm Durchmesser) wie die Förderzylinder umfasst. Man erkennt in Fig. 2 ebenso wie in Fig. 3 (links) gut diese Abstimmung der Form und Größe des Leitungsabschnittes 15L. Er ist im Betrieb des Umschaltventils und der Dickstoffpumpe ständig mit Dickstoff gefüllt.

Wie schon weiter vorn erwähnt, können die erwähnten Abschnitte als Einzelmodule angesehen werden, die vorgefertigt und zum Drehschieber zusammengesetzt werden können. Insgesamt bilden die Drehschieber 15 und 17 mit ihrem Teil der Führungsstruktur 11 jeweils ein 3/3-Wege-Ventil, mit den Einlassschurren, den Öffnungen der Förderzylinder und den Öffnungen des Sammelrohrs als Wege und mit den drei vorstehend beschriebenen Stellungen.

In der in Fig. 2 gezeigten Position des Umschaltventils 9 befindet sich der Einlassabschnitt 17E des Drehschiebers 17 in seiner aktiven, zum Zwickel-Raum offenen Stellung (der Förderzylinder 5 wird mit neuem Dickstoff nachgefüllt), während der Leitungsabschnitt 15L des Drehschiebers 15 zugleich die Verbindung zwischen dem Förderzylinder 3 und dem Sammelrohr 19 bildet, so dass der Förderzylinder 3 Dickstoff ausstoßen kann. In der später noch zu erörternden Fig. 5 entspricht dies der Phase 7 der Bewegungsphasen des Umschaltventils. Die exakt umgekehrte Funktionsstellung des Umschaltventils ist in Phase 3 der Fig. 5 gezeigt.

Wenn ein Blockabschnitt 15B/17B vor der Öffnung des jeweiligen Förderzylinders liegt, dann sind der Förderzylinder einerseits und das Sammelrohr andererseits durch diesen abgeschlossen. Nach dem Füllen mit Dickstoff kann der betroffene Förderzylinder somit einen kurzen Vorverdichtungshub fahren, um den Druck im frisch eingefüllten Dickstoff an den Druck in der an das Sammelrohr anschließenden Förderleitung anzupassen. Zugleich wird durch die Dichtfläche zum Sammelrohr 19 hin wiederum eine Rückwirkung auf den Druck in der Förderleitung vermieden.

In der Schnittansicht der Fig. 3 erkennt man rechts gut die geometrische Abstimmung des Einlassabschnitts 17E nebst Rinne 17S des Drehschiebers 17 auf den Förderzylinder 5, sowie auch die Position der Dichtfläche 17D vor der Öffnung des Sammelrohrs 19. Hier kann

der Dickstoff vom Vorfüllbehälter 7 (von radial außen) her also nur über die Rinne 17S in die Öffnung des Förderzylinders 5 (axial) einfließen; das Gleiche gilt für die entsprechende Einlassstellung des Drehschiebers 15.

Links in Fig. 3 erkennt man deutlich die Übereinstimmung der Querschnitte des Förderzylinders 3 und des Leitungsabschnitts 15L des Drehschiebers 15. Die Führungsstruktur 11 ist ihrerseits mit zylinderseitigen Öffnungen 11Z und zum Sammelrohr 19 hin mit Öffnungen 11S versehen, die jeweils denselben Querschnitt wie die Förderzylinder bzw. die Leitungsabschnitte haben.

Man erkennt hier auch gut die prinzipielle Trommelform der Drehschieber 15 und 17. Diese können z. B. als runde Kästen aus Flachmaterial hergestellt sein, wobei Einsatzstücke wie Leitungs- und Rinnenabschnitte etc. anzusetzen sind. Insbesondere erkennt man hier die Anordnung von an sich von konventionellen Rockschiebern her bekannten Schneidringen an beiden Seiten des Leitungsabschnittes 15L und an der zylinderseitigen Öffnung des Einlassabschnitts 17E. Des weiteren sind die beiden Blockabschnitte 15B und 17B beidseitig mittels Dichtplatten verschlossen, die wie die Schneidringe mithilfe elastischer Ringe oder dgl. an die Innenwände der Führungsstruktur angepresst werden und beim Schwenken der Drehschieber auf diesen gleiten. Damit unterstützen sie eine sichere Funktion des Umschaltventils 9. Die Schneidringe umgeben in der Einlass- bzw. Leitungsstellung des jeweiligen Drehschiebers die Öffnungen 11Z bzw. 11S der Führungsstruktur, die Dichtplatten schließen diese in der Blockstellung ab. Die Innenwände der Führungsstruktur 11 werden mit entsprechenden Schleißplatten auszustatten sein, wie sie an sich aus dem Stand der Technik vielfach bekannt sind.

Es ist denkbar, auf der zum Sammelrohr 19 gewandten Flächenseite der Drehschieber 15 und 17 jeweils eine gemeinsame Dichtplatte für den Block- und den Einlassabschnitt vorzusehen, die sich dann entlang dem Teilkreis mit annähernder Nierenform entlang einem Winkel von etwa 150° erstrecken könnte.

Es ist nicht unbedingt erforderlich, die Wände der Führungsstruktur 11 vollständig geschlossen auszuführen, zumal die Drehschieber 15 und 17 auf ihren Drehachsen 15A und

17A sicher gelagert sind. Jedoch kann es aus Sicherheitsgründen (Eindringen von Fremdkörpern, Verhindern unbeabsichtigten Hineingreifens und dgl. Unfallgefahren) von Vorteil sein, sie geschlossen zu halten. Insbesondere in unteren Stellungen der (nach dem letzten Ansaugvorgang noch wenigstens teilweise mit Dickstoff gefüllten) Einlassabschnitte 15E und 17E kann aber nicht verhindert werden, dass Dickstoff in die unteren Wannen der Führungsstruktur gelangt. Es kann deshalb sinnvoll sein, den Boden der Führungsstruktur (also die beiden Wannenteile, die in Fig. 2 gut sichtbar sind und sich nach unten hin an die Trennwand 11T anschließen) perforiert auszuführen und/ oder mit Ablassklappen zu versehen, damit z. B. durch Spalte zwischen den Drehschiebern und der Führungsstruktur eindringendes Wasser ablaufen kann. Ggf. kann sogar eine Entleerungsöffnung vorgesehen werden, durch welche der Dickstoff aus den Einlassabschnitten unter Schwerkrafteinfluss selbsttätig herausfallen kann.

Es kann ergänzend zweckmäßig sein, an den beiden radialen Außenkanten jedes Einlassabschnittes auf der Mantelfläche des Drehschiebers Dichtleisten vorzusehen, die sich in axialer Richtung des Drehschiebers erstrecken und an Innenwänden der Führungsstruktur gleiten, sobald der Einlassabschnitt in eine nicht aktive Stellung gelangt. Damit könnte weitgehend verhindert werden, dass der im Einlassabschnitt befindliche Dickstoff an den besagten Wänden verschmiert wird und letztlich die Rotation der Drehschieber blockiert.

Die Durchmesser der Drehschieber betragen in dieser Darstellung etwa 800 mm, also etwas mehr als das Dreifache der Innendurchmesser der Förderzylinder. Dieses Maß kann ggf. noch verkleinert werden, wenn die Teilkreise 15T und 17T bei gleicher Funktionalität der Ventilkörper mit kleineren Durchmessern ausgeführt werden können. Die Dicke oder Tiefe der Drehschieber (Abmessung in Längsrichtung der Förderzylinder gesehen) kann natürlich dem jeweiligen Bedarf entsprechend an die Einbauverhältnisse angepasst werden. Um einen möglichst großen Einlassquerschnitt für die Schurren zu bieten, sollte sie allerdings nicht kleiner als der Querschnitt der Förderzylinder selbst sein und wird deshalb bei etwa 300 mm liegen. Damit erreicht die Tiefe der Führungsstruktur - ohne Rohranschlüsse und Antriebsteile- etwa 350 mm, bei einer Höhe von etwa 850 mm und einer Breite von etwa 1650 mm.

In dieser Schnittansicht erkennt man auch noch besser die Form und die technische Funktion des Sammelrohres 19. Es ist in an sich bekannter Weise als Hosenrohr ausgeführt, dessen beide Beine an je einen Drehschieber 15 bzw. 17 und dessen „Bund“ bzw. Ausgangsflansch 21 unmittelbar an die hier nicht näher gezeigte Förderleitung angeschlossen wird. Der freie Querschnitt des Hosenrohrs ist im Bundbereich geringer (ca. 180 mm Durchmesser) als im Mündungsbereich zu den Drehschiebern.

Durch die gewählte konstruktive Auslegung der unmittelbar benachbarten Drehschieber wird ein insgesamt sehr kompakter Aufbau des Umschaltventils 9 erreicht. Wie man auch in Fig. 2 erkennt, liegen die für die Durchflüsse beim Befüllen und Ausstoßen der Förderzylinder maßgeblichen Abschnitte 15L und 17E in ihrer jeweiligen Funktionsstellung nahezu in gleicher Höhe mit den Drehachsen 15A und 17A, d. h. sie weichen seitlich oberhalb beiderseits der Trennwand 11T nur unerheblich aus ihrer größtmöglichen Nähe ab. Damit bleiben die seitlichen Abstände der Förderzylinder 3 und 5 und die Gesamtbreite des Sammelrohres 19 hinreichend gering.

Fig. 4 zeigt von der Dickstoffpumpe 1 nur den in dieser Ansicht vorn liegenden Förderzylinder 3 im Bereich von dessen offenem (Ausstoß-)Ende. Der zweite Förderzylinder 5 liegt verdeckt in Blickrichtung hinter dem Förderzylinder 3. Man erkennt hier die bereits erwähnte Klappe 13, einmal in geschlossener Stellung (durchgezogen) und einmal in offener (strichpunktierter) Stellung. Der Leitungsabschnitt 15L des Drehschiebers 15 liegt in seiner untersten Stellung in Höhe der Klappe 13. Es sei in diesem Zusammenhang angemerkt, dass für jeden Drehschieber 15 und 17 eine solche Klappe 13 vorgesehen werden kann, dass aber infolge der engen Nachbarschaft beider Drehschieber in der Führungsstruktur durchaus auch eine gemeinsame Wartungs- und Entleerungsklappe für beide Drehschieber 15 und 17 vorgesehen werden könnte. Sie müsste dann natürlich hinreichend breit sein, um ungehinderten Eingriff (insbesondere das Einlegen von Reinigungskörpern) in beide Drehschieber (bzw. in deren Leitungsabschnitt) zu gewähren.

Da der jeweilige Leitungsabschnitt in dieser Stellung vollständig von der Förderleitung abgetrennt ist, herrscht in ihm keinerlei erhöhter Druck. Auf diese Klappe(n) wird also im normalen Betrieb keine Druckbelastung einwirken, so dass sie nicht sonderlich kräftig aus-



gelegt und auch nicht besonders abgedichtet werden müssen. Abgesehen davon wird man durch geeignete Maßnahmen sicherstellen, dass die Klappe 13 nicht geöffnet werden kann, wenn die Dickstoffpumpe und das Umschaltventil im Förderbetrieb laufen, und dass das Umschaltventil nicht verstellt werden kann, während die Klappe geöffnet ist.

Nach dem Öffnen der Klappe oder Klappen 13 kann noch in den Leitungsabschnitten 15L / 17L befindlicher Dickstoff leicht entnommen werden. Im normalen Betrieb des Umschaltventils ist dies natürlich nicht notwendig, da diese verhältnismäßig geringe Dickstoffmenge oder -säule beim nächsten Förder- oder Ausstoßhub des jeweiligen Förderzylinders wieder zum Sammelrohr und zur Förderleitung hin ausgestoßen wird.

Nach dem Öffnen der Klappe 13 kann jedenfalls auch ein (in Fig. 4 ebenfalls strichpunktiert angedeuteter) Reinigungskörper 23 in den (zuvor von Hand entleerten) Leitungsabschnitt 15L bzw. 17L eingelegt werden. Nach dem Schließen der Klappe 13 kann dieser in dem Leitungsabschnitt durch Umschalten des Drehschiebers zwischen die Öffnungen des jeweiligen Förderzylinders bzw. des Sammelrohrs 19 gebracht werden. Anschließend wird er z. B. mit Druckluft, die über eine hier nicht gezeigte Zufuhr zwischen den Förderzylinder und den Drehschieber geliefert wird, durch das Sammelrohr 19 und die Förderleitung geführt werden, um diese Leitungen von dem stehen gebliebenen Dickstoff zu befreien.

Durch einen Durchlauf eines Reinigungskörpers durch beide Äste des Sammel- oder Hosenrohrs 19 werden diese auch beide freigemacht, wobei ggf. die Gründlichkeit der Reinigung der Förderleitung durch doppelten Durchlauf eines Reinigungskörpers (nacheinander durch beide Äste des Sammelrohrs und dann durch die gemeinsame Förderleitung) erhöht werden kann. Es versteht sich, dass für beide Vorgänge derselbe Reinigungskörper 23 zweimal nacheinander oder auch unterschiedliche Reinigungskörper verwendet werden können.

Durch geeignete Formgebung des Sammelrohrs 19 im Zwickelbereich und/oder durch gleichzeitige Druckzufuhr in dessen beide Äste kann sichergestellt werden, dass der Reinigungskörper sich bei einem zweiten Durchlauf nicht in dem bereits vorher freigemachten Sammelrohrast verfängt.

Anhand Fig. 5, einem Weg-Zeit-Diagramm der Förderkolben nebst Bewegungsphasen der Drehschieber 15 und 17 des Umschaltventils 9 werden nun nach Einführung sämtlicher wesentlicher Bauteile der erfindungsgemäßen Dickstoffpumpe und ihrer Peripherie der eigentliche Fördervorgang und die Steuerung der Dickstoffpumpe und ihres Umschaltventils dargestellt und detailliert erörtert. Die beiden Kolben der Förderzylinder 3 und 5 sind hier nur als Bezugszeichen K3 und K5 am Beginn der jeweiligen Diagrammlinie repräsentiert. Der Bewegungsablauf oder -zyklus des Kolbens K3 ist gestrichelt, der des Kolbens K5 durchgezogen gezeichnet.

Besagte Bewegungsphasen des Umschaltventils, dessen verkleinerte schematische Darstellung der Ansicht der Fig. 2 entspricht, sind von 1 bis 8 durchnummeriert und im Diagramm nebeneinander über einer Zeitachse aufgetragen sowie durch senkrechte Linien voneinander abgeteilt. Die Funktionsabschnitte der Drehschieber sind hier noch einmal mit den zugehörigen Bezugszeichen versehen.

In **Phase 1** stehen beide Drehschieber 15 und 17 in ihrer „Durchleitungsstellung“, d. h. ihre Leitungsabschnitte 15L und 17L liegen zeitgleich vor den Öffnungen der Förderzylinder 3 und 5 (im Folgenden auch Ausgangsstellung). Beide Förderzylinder 3 und 5 sind also gleichzeitig mit dem Sammelrohr 19 und der daran anschließenden Förderleitung verbunden. Keiner der Förderzylinder kommuniziert mit dem Vorfüllbehälter 7.

Gemäß Phase 1 des Diagramms bewegt sich der Kolben K3 des Förderzylinders 3 zum Ende eines Pumphubs, während der Kolben K5 des (frisch gefüllten) Zylinders 5 gerade -nach einer Vorverdichtung- mit seinem neuen Pumphub beginnt. Beide Kolben werden mit einer relativ geringen Geschwindigkeit parallel und gleich gerichtet verschoben. Dies kann als „Gleichlaufphase“ bezeichnet werden.

**Phase 2** ist ein Übergang des Förderzylinders 3 zwischen dem Pumphub und dem Saughub. Der Drehschieber 15 wurde -vorzugsweise nach Anhalten des Kolbens K3- um 120° im Uhrzeigersinn geschwenkt, während der Drehschieber 17 unbewegt blieb. Die Öffnung des Förderzylinders 3 ist nun vom Blockabschnitt 15B dicht verschlossen, sein Kolben K3 ruht kurzzeitig vor dem Wechsel seiner Hubrichtung. Der Förderzylinder 3 ist gegenüber dem

Sammelrohr 19 vollständig abgeschlossen. Diese Zwischen- oder Blockstellung des Drehschiebers 15 vermeidet sicher jeglichen fluidischen Kurzschluss zwischen dem einen pumpenden und dem anderen saugenden Förderzylinder.

In dieser zeitlich relativ kurzen Phase kann sich der Drehschieber 15 kontinuierlich weiter bewegen; ggf. kann er verlangsamt oder kurzzeitig angehalten werden, wenn die Dichtflächen des Blockabschnitts 15B kurz ausgeführt sind. Bevorzugt wird jedoch diese Phase zügig durchlaufen.

Währenddessen befindet sich der Kolben K5 weiterhin im Pumphub, wie auch in der Diagramm-Phase 2 erkennbar ist. Die Steigung seiner Bewegung ist aber jetzt steiler, d. h. seine Vorschubgeschwindigkeit ist gegenüber der vorhergehenden Gleichlaufphase 1 auf ein Normalmaß erhöht (z. B. verdoppelt). Damit wird ein im Vergleich mit Phase 1 gleich bleibender Strom des Dickstoffs in der Förderleitung sichergestellt.

In **Phase 3** wurde der Drehschieber 15 nun um weitere 120° im Uhrzeigersinn geschwenkt. Er steht nun in seiner Einlassstellung; sein Einlassabschnitt 15E liegt vor der Öffnung des Förderzylinders 3. Zugleich steht der Drehschieber 17 immer noch in seiner „Leitungsstellung“, was immer noch eine Förderung aus dem Förderzylinder 5 in die Förderleitung zulässt.

Das Diagramm lässt in Phase 3 erkennen, dass der Kolben K5 weiterhin mit voller Geschwindigkeit bzw. in voller Pumpleistung läuft, während der Kolben K3 einen Saughub, vorzugsweise mit sanftem An- und Auslauf, jedoch insgesamt mit höherer Geschwindigkeit als im Pumphub ausführt („Saugphase“). Infolge des regelmäßig anstehenden (Gewichts-) Drucks des im Vorfüllbehälter befindlichen Dickstoffs und dessen strömungsgünstigen Führung auf der Schurre 15S wird der Förderzylinder 3 optimal gefüllt.

Auch in dieser Phase kann ein vorübergehendes Anhalten der oszillierenden oder rotierenden Bewegung des Drehschiebers 15 von Vorteil sein, damit der gesamte Saughub bei voller Öffnung des Förderzylinders 3 ablaufen kann.

Die Position des Umschaltventils 9 in **Phase 4** der Fig. 4 entspricht der Phase 2. Der Drehschieber 15 wurde aus der Einlassstellung nun um  $120^\circ$  gegen den Uhrzeigersinn wieder zurückgeschwenkt. Nun kann, wie sich aus dem Diagramm ergibt, der Kolben K3 des (vom Blockabschnitt 15B des Drehschiebers 15 wieder verschlossenen) Förderzylinders 3 den soeben angesaugten Dickstoff mit geringer Geschwindigkeit über einen sehr kurzen Hub vorverdichten, vorzugsweise auf den in der Förderleitung herrschenden Betriebsdruck („Vorverdichtungsphase“). Dies ist im Hinblick auf mit dem Dickstoff angesaugte Gase (Luftblasen) und auf den vom Sammelrohr 19 und der Förderleitung her anstehenden Gegendruck zu empfehlen, um Stöße im System zu vermeiden, wenn die Zylinderöffnung in der Folgephase von dem Leitungsabschnitt 15L wieder an den Förderstrom angeschlossen wird. Auch hier kann der Drehschieber 15 kurzzeitig angehalten oder jedenfalls abgebremst werden.

Der Kolben K5 läuft gerade in die Endphase seines Pumphubs ein, immer noch mit voller Geschwindigkeit.

**Phase 5** entspricht hinsichtlich der Stellung des Umschaltventils 7 exakt der Phase 1 (Ausgangsstellung, „Gleichlaufphase“). Der Drehschieber 15 wurde um weitere  $120^\circ$  gegen den Uhrzeigersinn zurückgeschwenkt. Auch das Diagramm lässt in Phase 5 erkennen, dass nun die Kolben K3 und K5 mit vertauschten Rollen (bezogen auf Phase 1) ihr phasenverschobenes Spiel von neuem mit einer gleichzeitigen Pumpförderung bei reduzierter Geschwindigkeit beginnen. Nun beginnt der Bewegungszyklus des Drehschiebers 17.

**Phase 6** ist spiegelbildlich zur Phase 2; nun pumpt allein der Kolben K3 mit voller Geschwindigkeit, während der Blockabschnitt 17B des Drehschiebers 17 nach dessen Schwenkung um  $120^\circ$  im Uhrzeigersinn den Förderzylinder 5 dicht verschließt und dessen Kolben K5 gemäß Diagramm-Phase 6 ruht.

**Phase 7** entspricht spiegelbildlich der Phase 3. Wie schon weiter vorn erwähnt, zeigt auch die Fig. 2 diese Phase. Der Drehschieber 17 ist um weitere  $120^\circ$  im Uhrzeigersinn geschwenkt. Der Förderzylinder 5 wird neu gefüllt. Sein Kolben K5 läuft gemäß Diagramm-Phase 7 zurück in seine Ausgangsstellung, und über den Einlassabschnitt 17E fließt Dick-

stoff in den Förderzylinder 5 nach. Zugleich ist der Förderzylinder 3 in voller Pumpleistung, sein Kolben K5 in voller Vorschubgeschwindigkeit.

Mit der spiegelbildlich der Phase 4 entsprechenden **Phase 8** verdichtet der Kolben K5 nach einem Rückschwenken des Drehschiebers 17 um  $120^\circ$  gegen den Uhrzeigersinn wieder den neu eingefüllten Dickstoff vor, während der Kolben K3 in die Endphase seines Pumphubs einläuft. Im Diagramm ist nun ein voller Betriebszyklus der Zweizylinder-Dickstoffpumpe abgeschlossen, der weitere Ablauf beginnt wieder mit Phase 1.

Zur Verdeutlichung der im Betrieb der Dickstoffpumpe bei kontinuierlicher Förderung anfallenden Geschwindigkeiten, Drücke und Kräfte sei erwähnt, dass der gesamte Ablauf der Phasen 1 bis 8 sich innerhalb von nur 6 Sekunden vollzieht, wie dies durch die beschriftete Zeitachse unterhalb des Diagramms angedeutet ist. Dabei haben die Kolben der Förderzylinder Hübe von ca. 1 m Länge zu durchlaufen, während die Gesamthübe der Drehschieber in einem Bereich von etwa 500 bis 600 mm liegen.

Zur weiteren Interpretation des Diagramms der Fig. 5 sei zunächst wiederholt, dass in den Phasen 1 und 5 beide Kolben gleichzeitig Dickstoff in das Sammelrohr 19 und in die Förderleitung pumpen. Während dieser Phasen sind ihre Geschwindigkeiten so aufeinander abgestimmt, dass ihre Gesamtfördermenge derjenigen eines Kolbens allein bei dessen normaler Vorschubgeschwindigkeit entspricht. Damit wird, zusammen mit der Phase der Vorverdichtung des neu anlaufenden Kolbens, eine praktisch stoßfrei konstante Fördermenge der Dickstoffpumpe erzielt.

In allen anderen Phasen ist jeweils nur einer der Kolben im Pumpbetrieb, und er läuft dann vorzugsweise mit konstanter Geschwindigkeit. Der statische Druck in dem jeweils still liegenden Ast des Sammelrohrs 19 entspricht dann dem Druck in der Förderleitung. Er wird von den Dichtflächen 15D bzw. 17D des jeweils in Block- und/oder Einlassstellung befindlichen Drehschiebers sicher abgefangen.

Die erfindungsgemäße Gestaltung des Umschaltventils und eine gezielte Vorschubsteuerung der Förderkolben ermöglichen es, in den Phasen der gemeinsamen Pumphübe einen gegen-

über der Einzelpumpleistung eines Kolbens gleich bleibenden Ausstoß der Dickstoffpumpe zu erzielen, und so die Pulsation des Dickstoffstroms in der Förderleitung praktisch zu eliminieren. Diesem kommt insbesondere die Vorverdichtung des Dickstoffs in den Phasen 4 und 8 zugute, durch die vermieden wird, dass mit dem Öffnen des jeweils frisch gefüllten Förderzylinders 3 oder 5 ein druckloser „Pufferraum“ mit der Förderleitung 13 verbunden wird. Das Volumen des jeweils in dem wieder „aktivierten“ Leitungsabschnitt 15L oder 17L befindlichen Dickstoffes ist hinsichtlich einer solchen Pufferwirkung sicherlich vernachlässigbar gering.

Zwar werden durch die Vorverdichtungsschritte (Phasen 4 und 8) auf die Drehschieber 15 und 17 erhebliche Kräfte ausgeübt, die jedoch durch deren robuste und doch verhältnismäßig einfache Schwenklagerung innerhalb der Führungsstruktur 11 sicher aufgefangen und abgetragen werden. Hier kommt auch wieder der Vorteil der ständigen Verbindung des stromab gelegenen Endes des Sammelrohres 19 mit der Förderleitung zum Tragen.

Die Momentan-Stellungen der Kolben K3 und K5 und der Drehschieber 15 und 17 können mit geeigneten Sensoren (Wegaufnehmer, Stellungsschalter, Drucksensoren etc.), ggf. direkt an den jeweiligen Antrieben erfasst werden. Diese Sensoren führen ihre Stellungssignale einer vorzugsweise zentralen Steuereinheit der Dickstoffpumpe zu, die ihrerseits die Antriebe der Förderkolben K3 und K5 und des Umschaltventils 9 beherrscht.

Insbesondere steuert sie in den Momenten gleichzeitigen Förderns beider Förderzylinder eine Reduzierung von deren Vorschubgeschwindigkeiten ein. Es müssen nicht unbedingt beide Kolben auf halbe Geschwindigkeit gesteuert werden, sondern man könnte grundsätzlich auch den einen Kolben z. B. auf 1/3 der vollen Geschwindigkeit und den anderen auf 2/3 der vollen Geschwindigkeit einsteuern (gleiche Durchmesser und Gesamthübe vorausgesetzt). Das Ziel bleibt ein möglichst konstanter Förderstrom des Dickstoffs in der Förderleitung.

Des Weiteren hat die Steuereinheit während der Zeitspanne, in der der frisch gefüllte Förderzylinder von dem Blockabschnitt des zugeordneten Drehschiebers 15 oder 17 verschlossen ist, einerseits das Umschaltventil vorübergehend anzuhalten oder auf langsamen Lauf zu

schalten, andererseits den Vorverdichtungshub des zugehörigen Kolbens zu steuern. Dies erfordert ggf. noch einen Drucksensor, der im Zylinder, im Kolben, oder auch in dem mit dem Druck belasteten Ast des Sammelrohrs 19 angeordnet werden kann. Ein Blockieren der Drehschieber 15 und 17 durch überhöhten Druck bei der Vorverdichtung ist selbstverständlich sicher durch Druckbegrenzer oder dgl. auszuschließen.

Auch in anderen Phasen, z. B. den Gleichlaufphasen, der Übergangsphase und der Einlass- oder Saugphase, kann ein verlangsamter Lauf der Drehschieber 15 / 17 oder vorübergehender Stillstand auch zwischen den Umkehrpunkten von Vorteil sein. Man wird insgesamt sorgfältig zwischen Stillstandszeiten und Verschiebezeiten der Drehschieber abwägen müssen, damit einerseits die verfügbaren Strömungsquerschnitte durch Überschneidungen der Blockabschnitte mit den Öffnungen der Förderzylinder nicht zu stark verringert, andererseits keine überhöhten Schiebengeschwindigkeiten notwendig werden. Im Interesse einer zügigen Arbeitsweise der Pumpe wird man jedoch vorzugsweise Stillstandszeiten der Drehschieber möglichst minimieren oder gänzlich zu vermeiden trachten.

Es ist grundsätzlich auch möglich, statt des in Fig. 5 dargestellten oszillierenden Betriebs der Drehschieber 15 und 17 mit Umkehrphasen einen umlaufenden Betrieb zu steuern. Für den Übergang zwischen der Leitungsstellung und der Einlassstellung ist es nämlich nicht unbedingt erforderlich, eine gesonderte Blockstellung einzuhalten, da ja die Einlassabschnitte mit den Dichtplatten 15D bzw. 17D ebenfalls (wie schon früher erwähnt wurde) in der Lage sind, den von der Förderleitung her wirkenden Druck abzufangen. Hieraus ergibt sich die Option, die Drehschieber unmittelbar aus der Leitungsstellung in die Einlassstellung weiterzudrehen, statt zuerst die Blockstellung zu durchlaufen.

**Fig. 6 und 7** zeigen jeweils noch Varianten der Ausführung der Drehschieber des Umschaltventils 9, die jedoch grundsätzlich ebenfalls in Abschnitte mit drei unterschiedlichen Funktionen unterteilt sind. Funktionsgleiche Bauteile haben gleiche Bezugszeichen wie in den Fig. 1 bis 5. Während in Fig. 6 zwei Drehschieber 15' und 17' mit jeweils sechs Abschnitten ausgeführt sind, haben die Drehschieber 15'' und 17'' der Fig. 7 deren je vier. Ungeachtet dessen können diese Bauformen des Umschaltventils grundsätzlich an dieselbe Dickstoffpumpe angeschlossen werden wie die zuvor erörterte Bauform. In beiden Fig. 6 und 7 sind

jeweils die Förderzylinder 3 und 5 durch ihre Bezugszeichen im Bereich beidseits des oberen Zwickels zwischen den Drehschiebern angedeutet.

Die Drehschieber 15' und 17' der Fig. 6 haben je zwei Einlassabschnitte 15E und 17E, zwei Leitungsabschnitte 15L und 17L sowie zwei Blockabschnitte 15B und 17B; diese sind der Übersichtlichkeit halber nicht sämtlich mit Bezugszeichen versehen, da sich die Zuordnungen aus der paarweise identischen Darstellung unmittelbar ergeben. Insgesamt ergibt sich dadurch für die Steuerung des Umschaltventils 9 eine Winkelteilung von 60°, also exakt die Hälfte der Drehschieber 15 und 17 aus dem vorherigen Ausführungsbeispiel.

Demgegenüber haben gemäß Fig. 7 die Drehschieber 15'' und 17'' eine Winkelteilung von 90° zwischen den einzelnen Abschnitten, wobei zwei Blockabschnitte 15B und 17B einander diametral gegenüber liegen und entlang dem Teilkreis jeweils einen Leitungsabschnitt 15L / 17L und einen Einlassabschnitt 15E / 17E zwischen sich einschließen. Insgesamt ergibt sich dadurch für die Steuerung des Umschaltventils 9 eine Winkelteilung von 90°.

Mit diesen Drehschiebern 15', 17' oder 15'', 17'' lässt sich sowohl eine Umlaufsteuerung als auch eine oszillierende Steuerung realisieren, wobei im letzteren Fall das Ablaufdiagramm der Fig. 5 mit entsprechenden Abwandlungen übertragbar ist. Grundsätzlich ändert sich der Betrieb der damit ausgestatteten Dickstoffpumpe nämlich nicht gegenüber der Ausführung mit nur drei Funktionsabschnitten, jedoch lassen sich mit einer Erhöhung der Abschnittanzahl kürzere Schaltwege und damit ein noch weiter verbesserter kontinuierlicher Förderbetrieb der Dickstoffpumpe erreichen.

Die vierfach geteilten Drehschieber 15'' und 17'' ermöglichen mit ihren doppelten Blockabschnitten einen kontinuierlichen Rotationsbetrieb. Man erkennt, dass jeweils beim Weiterdrehen um 90° stets einer der paarweise vorhandenen Blockabschnitte 15B / 17B auf den Leitungsabschnitt 15L / 17L bzw. den Einlassabschnitt 15E / 17E folgt.

-----



### Patentansprüche

1. Mehrzylinder-Dickstoffpumpe (1) zum Fördern insbesondere von Beton, deren mindestens zwei Förderzylinder (3, 5) den Dickstoff aus einem Vorfüllbehälter (7) in eine Förderleitung fördern und der ein Umschaltventil (9) zum alternierenden Verbinden der Förderzylinder mit der Förderleitung zugeordnet ist, das mindestens zwei drehbewegliche Ventilkörper (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') umfasst, die jeweils einen Leitungsabschnitt (15L, 17L) zwischen jeweils einem der Förderzylinder und der Förderleitung umfassen und stromab der Förderzylinder an ein Sammelrohr (19) angeschlossen sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Umschaltventil (9) mindestens, jedoch bevorzugt zwei im wesentlichen rotatorisch bewegbare Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') umfasst, deren jeder einen zum Verbinden des ihm jeweils zugeordneten Förderzylinders (3, 5) mit der Förderleitung vorgesehenen geraden Leitungsabschnitt (15L, 17L) sowie mindestens einen die Verbindung sperrenden Abschnitt umfasst.
2. Dickstoffpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Umschaltventil (9) eine mit Öffnungen zum Durchlassen von Dickstoffflüssen versehene Führungsstruktur (11) für die Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') umfasst.
3. Dickstoffpumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsstruktur (11) fest mit dem Vorfüllbehälter (7) so verbunden ist, dass die Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') oder deren Einlassöffnungen stets mit dem eingefüllten Dickstoff in Kontakt sind.
4. Dickstoffpumpe nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsstruktur (11) im Wesentlichen kastenförmig oder gestellartig ausgeführt ist und für jeden Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') eine feste, insbesondere beidseitige Achslagerung (15A, 17A) umfasst.
5. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') innerhalb der Führungsstruktur (11) durch Schwenken um eine Drehachse (15A, 17A) jeweils in mindestens zwei unterschiedlichen Stellungen positionierbar sind, nämlich eine Leitungsstellung, in der der

Förderzylinder in das Sammelrohr (19) ausstoßen kann, und eine Blockier- oder Einlassstellung, in der der Förderzylinder Dickstoff aus dem Vorfüllbehälter (7) ansaugen kann.

6. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') baugleich oder zueinander spiegelbildlich ausgeführt sind.
7. Dickstoffpumpe nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') trommelförmig und in ihrer Führungsstruktur (11) beidseitig drehbar gelagert sind.
8. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') entlang seinem Umfang in mindestens drei Abschnitte unterteilt ist, deren einer der Leitungsabschnitt (15L, 17L) und von denen ein anderer ein Einlassabschnitt (15E, 17E) ist.
9. Dickstoffpumpe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Einlassabschnitt (15E, 17E) einen bezüglich der Drehachse (15A, 17A) des Drehschiebers radial gerichteten offenen Einlass und einen parallel zu der besagten Drehachse zum Förderzylinder gerichteten Auslass umfasst.
10. Dickstoffpumpe nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Einlassabschnitt (15E, 17E) des Drehschiebers eine Umlenkeinrichtung (15S, 17S) vorgesehen ist.
11. Dickstoffpumpe nach Anspruch 8 oder 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Leitungsabschnitt und dem Einlassabschnitt ein Blockabschnitt (15B, 17B) ohne Durchflussfunktion vorgesehen ist.
12. Dickstoffpumpe nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschnitte des Drehschiebers auf einem gemeinsamen Teilkreis (15T, 17T) mit gleichmäßig zueinander versetzten Abständen angeordnet sind.
13. Dickstoffpumpe nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschnitte der Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') als Einzelmodule ausgeführt und insbesondere lösbar miteinander verbunden sind.

14. Dickstoffpumpe nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehschieber (15', 17') in sechs Abschnitte unterteilt sind, davon zwei Leitungsabschnitte (15L, 17L), zwei Einlassabschnitte (15E, 17E) und zwei Blockabschnitte (15B, 17B).
15. Dickstoffpumpe nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehschieber (15'', 17'') in vier Abschnitte unterteilt sind, davon ein Leitungsabschnitt (15L, 17L), ein Einlassabschnitt (15E, 17E) und zwei Blockabschnitte (15B, 17B).
16. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie mindestens eine zum Entnehmen von Dickstoff aus dem Leitungsabschnitt (15L, 17L) eines Drehschiebers (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') vorgesehene Klappe (13) umfasst.
17. Dickstoffpumpe nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine gemeinsame Klappe für mehrere Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') vorgesehen ist.
18. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') unabhängig voneinander antreibbar und positionierbar sind, insbesondere mithilfe hydraulischer Hubzylinder.
19. Dickstoffpumpe nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antrieb für den Drehschieber einen auf die Drehachse des Drehschiebers einwirkenden und von einem Hubzylinder antreibbaren Kurbeltrieb umfasst.
20. Dickstoffpumpe nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein um die Drehachse eines Drehschiebers (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') wirkender Umschlingungsantrieb vorgesehen ist.
21. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Leitungsabschnitt (15L, 17L) des Drehschiebers (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') ein zylindrisches Rohr mit demselben Durchmesser wie die Förderzylinder umfasst.
22. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Steuereinheit umfasst, welcher von Stellungsgebern die momentanen Positionen des Umschaltventils und der Drehschieber sowie der Förderkolben der

Förderzylinder zugeführt werden und welche Antriebe der Drehschieber und der Förderkolben entsprechend einem vorgegebenen Weg-Zeit-Ablauf zyklisch steuert.

23. Verfahren zum Betreiben einer Dickstoffpumpe, insbesondere einer Dickstoffpumpe (1) nach den vorstehenden Ansprüchen, zu kontinuierlicher Förderung, welche Dickstoffpumpe mindestens zwei einseitig offene Förderzylinder (3, 5) mit Förderkolben (K3, K5) und ein Umschaltventil (9) mit unabhängig voneinander auf die Bewegung der Förderkolben abgestimmt steuerbaren Drehschiebern (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') umfasst, die jeweils mindestens einen Leitungsabschnitt (15L, 17L) zum Verbinden eines zugeordneten Förderzylinders mit einer Förderleitung und einen Einlassabschnitt (15E, 17E) zum Ansaugen von Dickstoff aus einem Vorrüllbehälter (7) durch den zugeordneten Förderzylinder (3, 5) umfassen, wobei zyklisch eine Gleichlaufphase der Förderkolben (K3, K5) gesteuert wird, während deren mindestens zwei Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') in einer Leitungsstellung stehen, in der ihre Leitungsabschnitte (15L, 17L) die zugeordneten Förderzylinder zum vorübergehenden gleichzeitigen Ausstoßen von Dickstoff mit der Förderleitung verbinden.
24. Verfahren nach Anspruch 23, nach dem die Förderkolben (K3, K5) in der Gleichlaufphase so aufeinander abgestimmt gesteuert werden, dass die von ihnen zugleich gepumpte Dickstoffmenge wenigstens annähernd die gleiche ist wie bei Förderung durch einen Kolben (K5 oder K3) allein während des Saughubs des jeweils anderen Kolbens (K3 oder K5).
25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, bei dem zu Beginn des Pumphubs jedes Förderkolbens (K3, K5) eines jeden Förderzylinders (3, 5) dessen Öffnung vorübergehend mithilfe eines Blockabschnitts (15B, 17B) der Drehschieber verschlossen wird und dieser Kolben einen Vorverdichtungshub ausführt.
26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Pumphub eines Kolbens mindestens eine Vorverdichtungsphase (Phasen 4 / 8), eine erste Gleichlaufphase (Phasen 1 / 5), eine Pumpphase (Phasen 2 bis 4 / 6 bis 8) und eine zweite Gleichlaufphase (Phase 5 / 1) umfasst.

27. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Gleichlaufphasen beide Förderkolben (K3, K5) mit gleicher Geschwindigkeit angetrieben werden, insbesondere mit der halben normalen Geschwindigkeit ihres weiteren Pumphubes.
28. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf einen Pumphub eine Übergangsphase (Phase 2 / 6) mit Stillstand eines Förderkolbens während des fortlaufenden Pumphubs des anderen Förderkolbens folgt.
29. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Saughub jedes Kolbens (Phase 3 / 7) schneller als sein Pumphub abläuft, insbesondere zwischen einer Übergangsphase (Phase 2 / 6) und einer Vorverdichtungsphase (Phase 4 / 8) eingeschlossen ist.
30. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Saughub eines Kolbens eine Anlauf- und eine Auslauframpe mit verringerter Geschwindigkeit umfasst.
31. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') in den Gleichlaufphasen verlangsamt oder vorübergehend stillgesetzt werden.
32. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') in einer Vorverdichtungsphase verlangsamt oder vorübergehend stillgesetzt werden.
33. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') in einer Übergangsphase verlangsamt oder vorübergehend stillgesetzt werden.
34. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') in einer Saughphase verlangsamt oder vorübergehend stillgesetzt werden.
35. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17'') in Betriebspausen der Dickstoff-

pumpe in einer Betriebsstellung positioniert werden, die eine Entnahme von verbleibendem Dickstoff und bei Bedarf das Einlegen eines Reinigungskörpers gestattet.

36. Verfahren nach Anspruch 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betriebsstellung die Einlassstellung des Drehschiebers ist.
37. Verfahren nach Anspruch 35 oder 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Sicherungseinrichtung zum Unterbinden eines Anlaufens des Drehschiebers während des Entnahme- und/oder Einlegevorgangs aktiviert wird.

### Zusammenfassung

#### Kolben-Dickstoffpumpe

Bei einer Mehrzylinder-Dickstoffpumpe (1) zum Fördern insbesondere von Beton, deren mindestens zwei Förderzylinder (3, 5) den Dickstoff aus einem Vorfüllbehälter (7) in eine Förderleitung fördern und der ein Umschaltventil (9) zum alternierenden Verbinden der Förderzylinder mit der Förderleitung zugeordnet ist, das mindestens zwei drehbewegliche Ventilkörper umfasst, die jeweils einen Leitungsabschnitt (15L, 17L) zwischen jeweils einem der Förderzylinder und der Förderleitung umfassen und stromab der Förderzylinder an ein Sammelrohr (19) angeschlossen sind, umfasst das Umschaltventil (9) **erfindungsgemäß** mindestens, jedoch bevorzugt zwei im wesentlichen rotatorisch bewegbare Drehschieber (15, 17; 15', 17'; 15'', 17''), deren jeder einen zum Verbinden des ihm jeweils zugeordneten Förderzylinders (3, 5) mit der Förderleitung vorgesehenen geraden Leitungsabschnitt (15L, 17L) sowie mindestens einen die Verbindung sperrenden Abschnitt umfasst.

Es wird auch ein Verfahren zum Betreiben dieser Dickstoffpumpe zu kontinuierlichem Förderbetrieb beschrieben.

[Fig. 1]

Figur zur Zusammenfassung

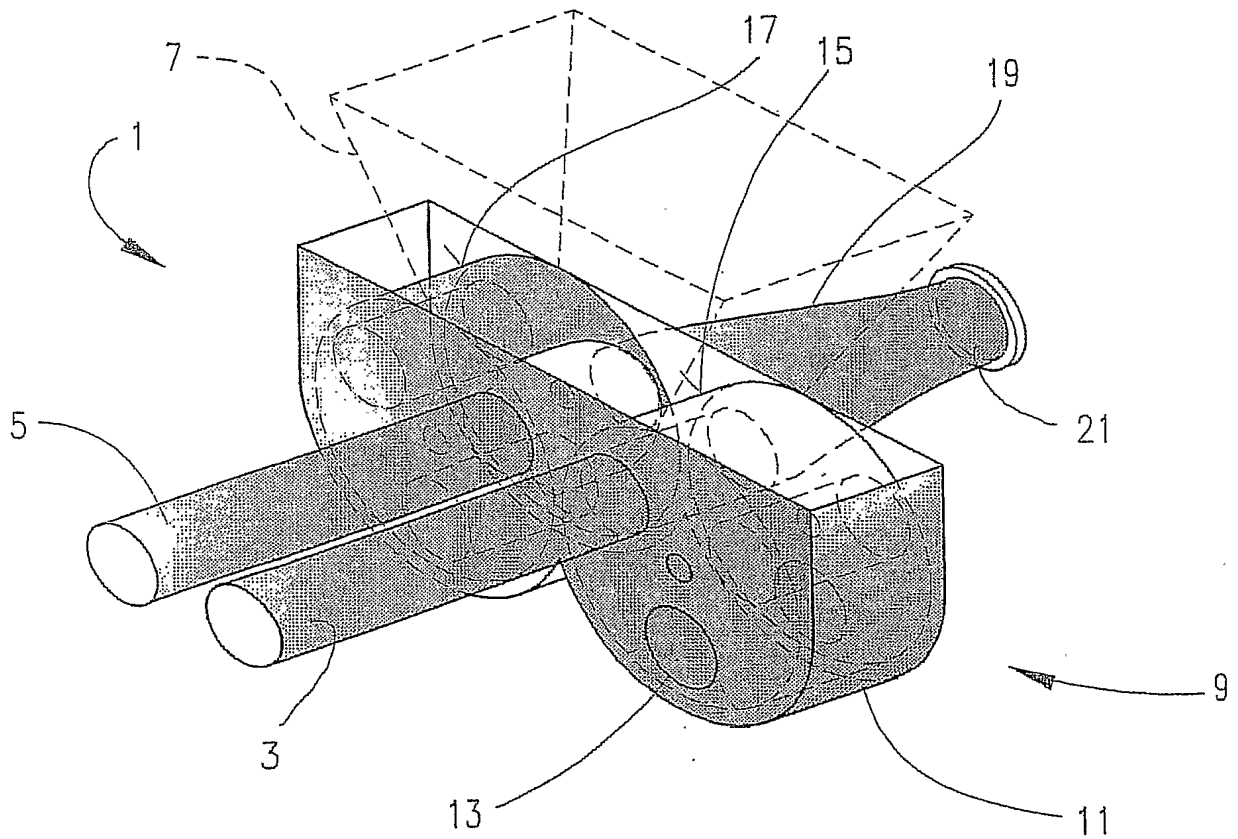


FIG. 1



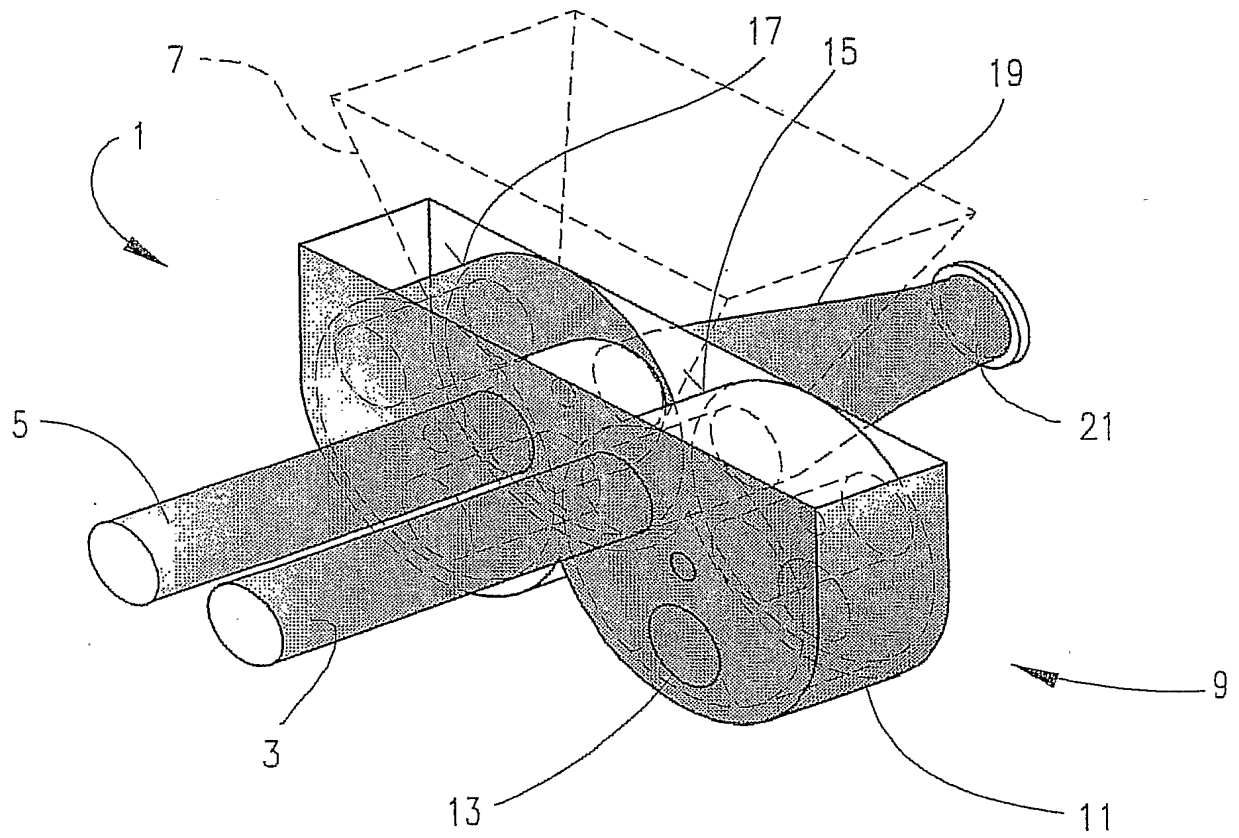


FIG. 1

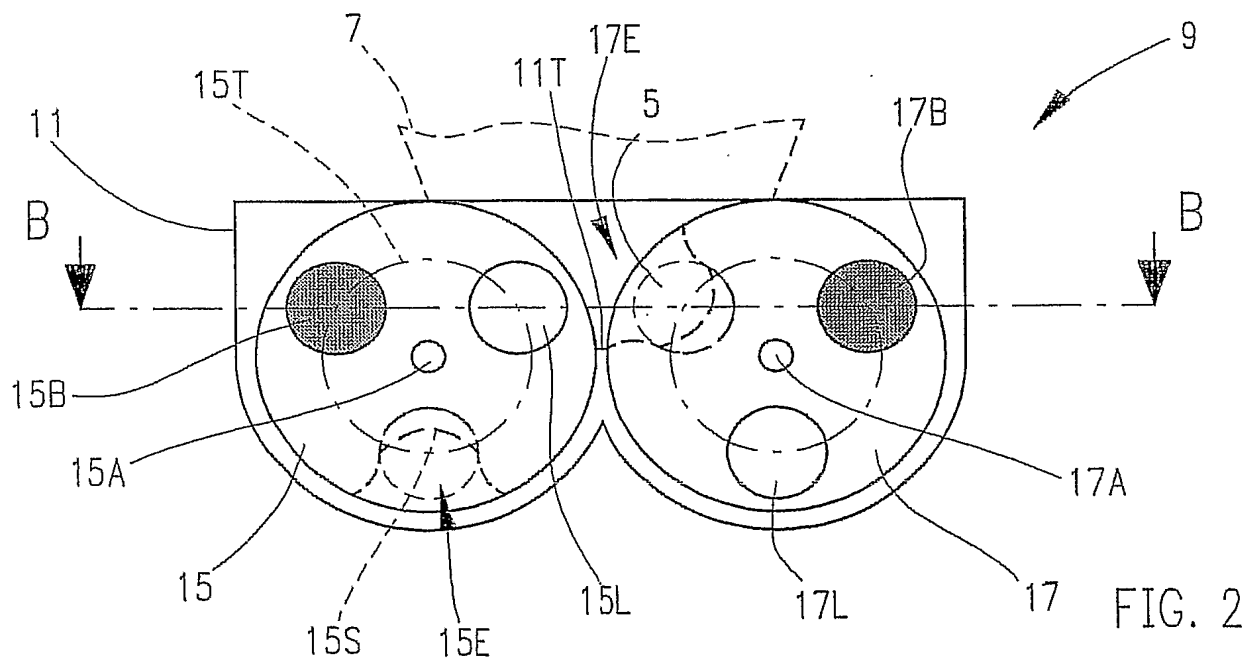


FIG. 2

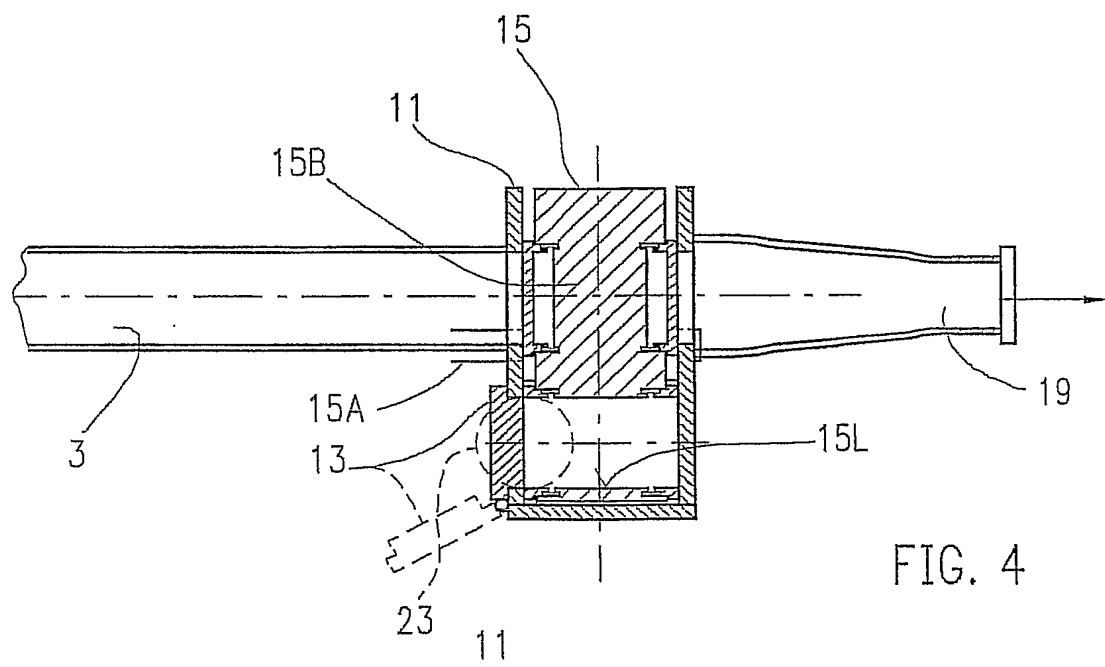
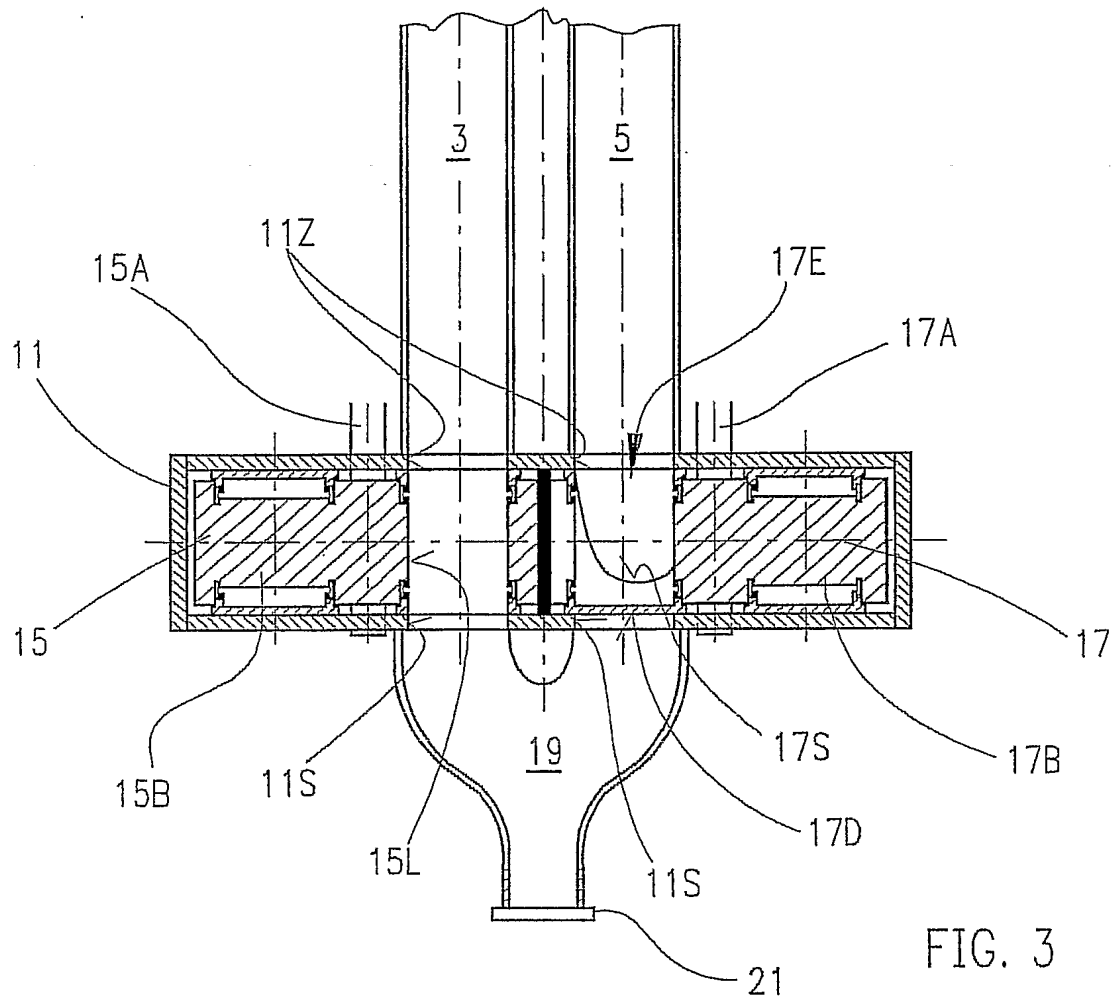
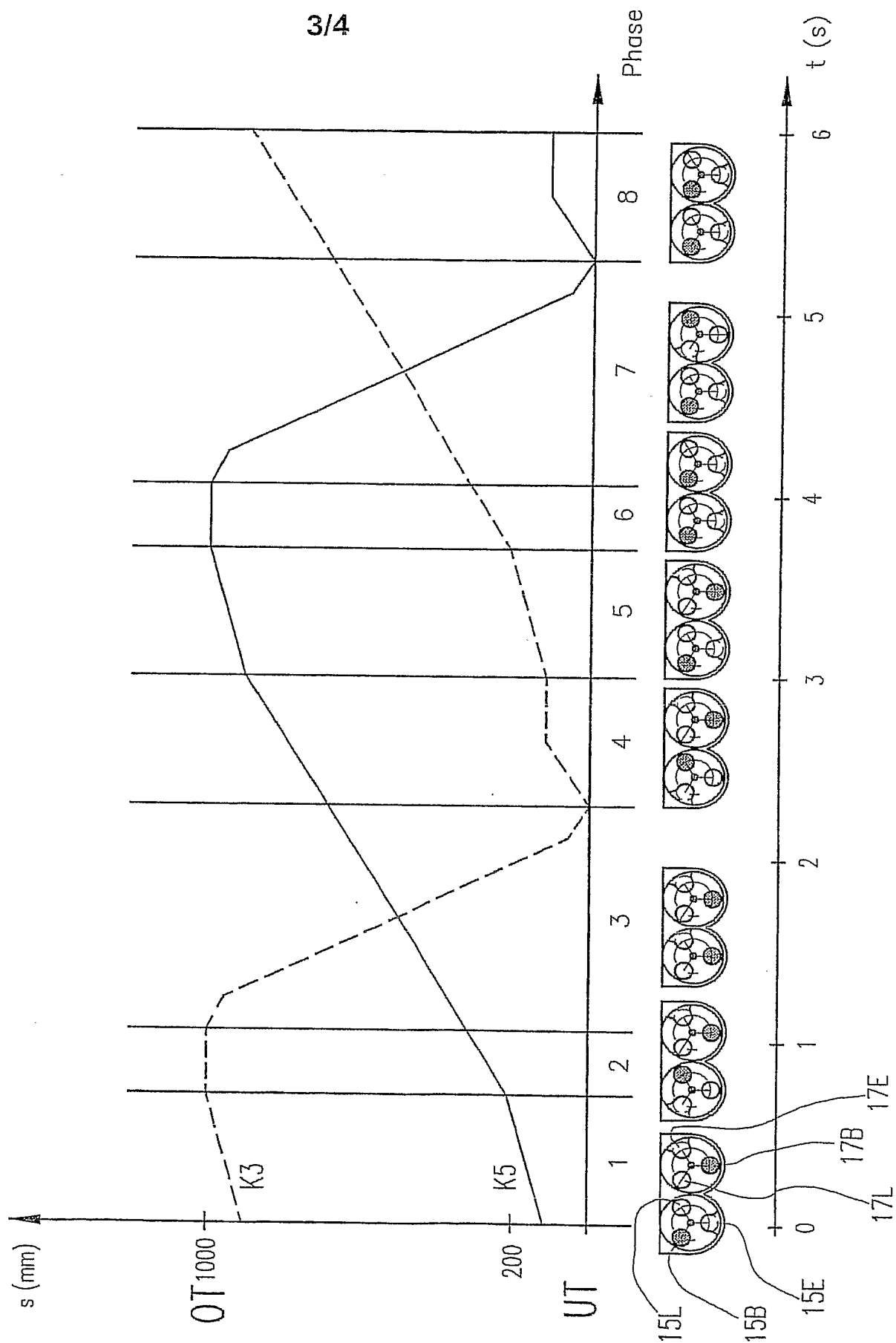


FIG. 5



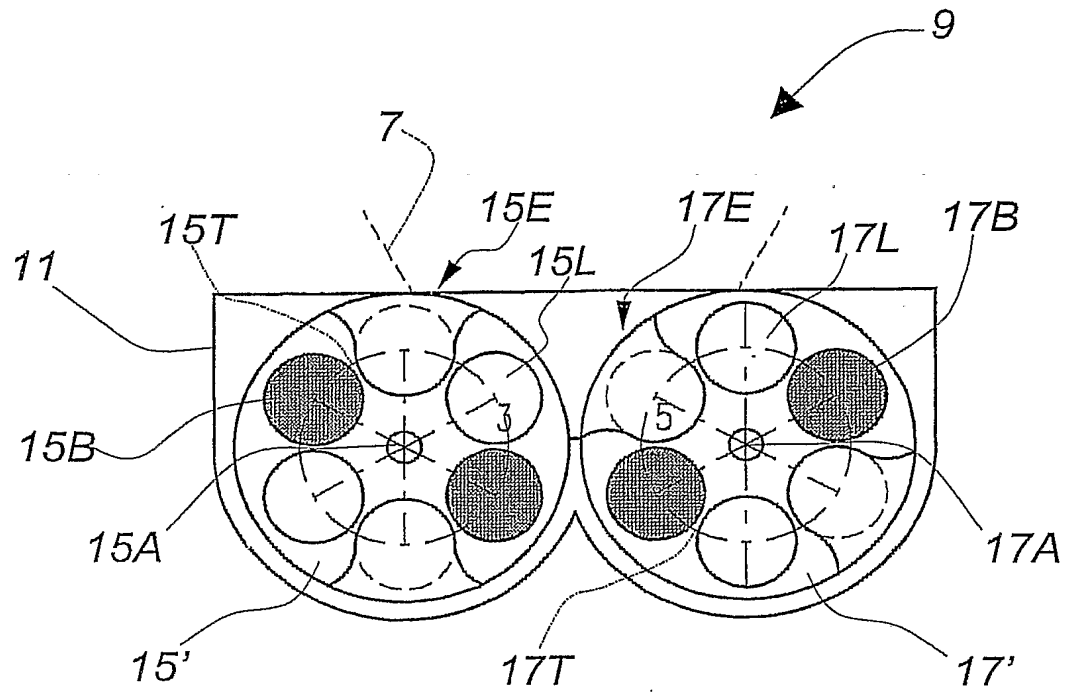


FIG. 6

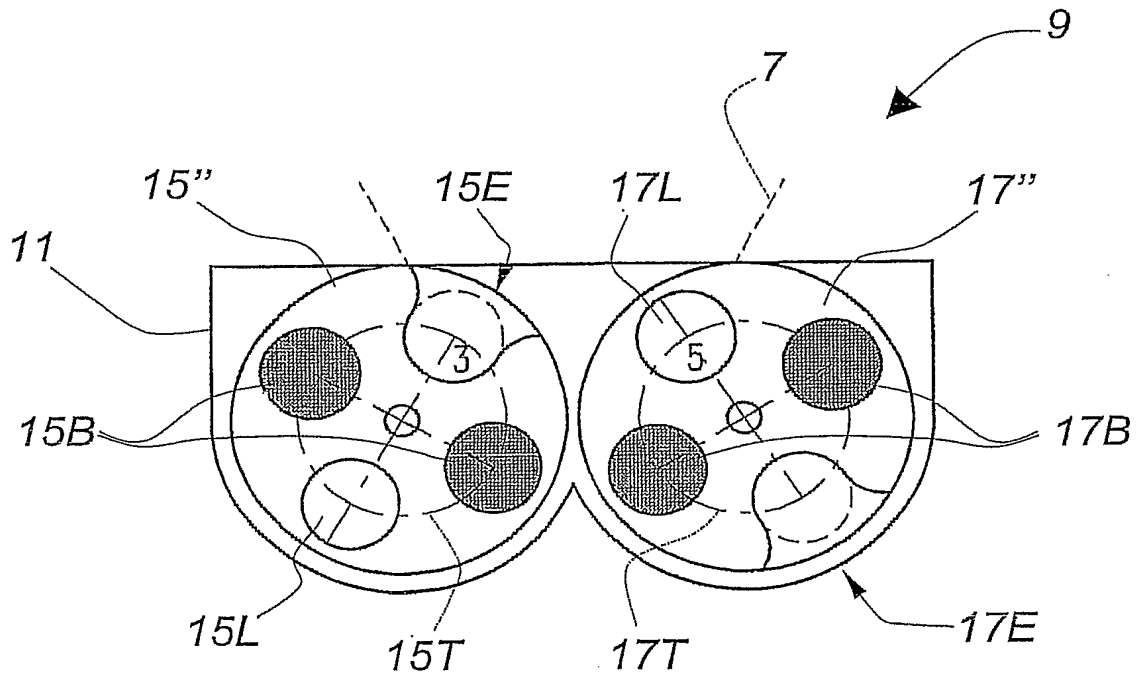


FIG. 7